



34. BLOOTSTELLING AAN LAWAAI IN DE SCHOLEN

1. Inleiding

Geluidshinder in de scholen is een reëel probleem voor het geheel van de schoolgemeenschap. Een studie die in 2009 werd uitgevoerd in 20 middelbare scholen in Ile de France, heeft aangetoond dat 1 leerling op 2 en 1 professional op 3 tijdens zijn aanwezigheid op de school blootgesteld wordt aan een lawaaidosis van meer dan 80 dB(A)!

Studies [OMS 2001] tonen aan dat in die context hoge geluidsniveaus de verwerving van taal- en leesvaardigheden bij de kinderen belemmeren. Bovendien veroorzaakt lawaaihinder vaak veranderingen in het sociale gedrag, waarbij het solidaire gedrag afneemt, het agressieve gedrag toeneemt, en een gevoel van eenzaamheid wordt gecreëerd.

Sinds 1998 besteedt het departement Geluid bij Leefmilieu Brussel aandacht aan dit probleem. Er werden verschillende studies uitgevoerd, waarvan sommige zelfs voorstelden om werken uit te voeren voor het aanpakken van de problemen die aan het licht kwamen tijdens de metingen in bijzonder lawaaiërigere lokalen.

Het Geluidsplan 2008-2013 heeft die bekommernissen uitdrukkelijk ingeschreven in zijn actieplan, met name in het kader van de voorschriften 33 (informatie en gerichte sensibilisering van de jeugd) en 44 (verbetering van het akoestisch comfort in de kantines en de klaslokalen).

Bovendien voert de dienst Milieu-educatie van Leefmilieu Brussel sinds 2006 sensibiliseringsacties in de basisscholen van het Brussels Gewest (cycli 3 tot 5 en 5 tot 8 jaar), met de hulp van verschillende pedagogische hulpmiddelen zoals "Daisy Bel en Herry Laweit" en begeleide projecten zoals de "Geluidsuitdagingen"ⁱ, waarbij tot vandaag een vijftigtal scholen zijn betrokken.

2. Referentiewaarden

Om een boodschap goed te kunnen verstaan, spelen twee parameters een belangrijke rol: de **geluidsomgeving** in de klas en de **weergalm** in het lokaal, of « de nagalmtijd ».

Opdat alle activiteiten binnen de school zouden kunnen plaatsvinden zonder dat die een storende invloed hebben op elkaar of gestoord worden door lawaai van buiten (wegkeer, spoorwegverkeer, luchtverkeer, activiteiten,...), is een goede **akoestische isolatie** noodzakelijk van de lokalen onderling en eveneens van de lokalen ten opzichte van de buitenwereld, zowel voor de muren als voor de vloeren.

De WGOⁱⁱ heeft specifieke richtwaarden voor het schoolmilieu vastgelegd. Die waarden slaan op een ideale toestand waarnaar op lange termijn moet worden gestreefd (zie definitie van richtwaarden in de geluidsfiche 37). Om de gesprekken binnen de klaslokalen te kunnen horen en verstaan, mag het niveau van het omgevingsgeluid niet meer bedragen dan een LA_{eq} van 35 dB(A) tijdens de les. Om slaapstoornissen te vermijden, wordt aanbevolen om tijdens de siësta niet boven een LA_{eq} van 30 dB(A) te gaan. Op de speelplaatsen, tenslotte, mag het geluidsniveau van het lawaai dat afkomstig is van externe bronnen niet meer bedragen dan een LA_{eq} van 55 dB(A).

ⁱ Dankzij een participatieve pedagogie stelt de Geluidsuitdaging van Leefmilieu Brussel voor om op een ludieke en interactieve wijze de lawaaibronnen te ontdekken, en biedt deze tevens oplossingen om die te verminderen. De school kan gedurende één tot twee jaar rekenen op de omkadering door een coach die alles in het werk zal stellen om de geluidshinder in de school te verminderen door middel van animaties, een balans van de geluidservaringen en 'last but not least' de oprichting van een Ecoteam onder het schoolpersoneel. Zie ook : <http://www.leefmilieubrussel.be/Templates/Scholen/informerer.aspx?id=2554&langtype=2060&detail=tab3>

ⁱⁱ WGO: Wereldgezondheidsorganisatie



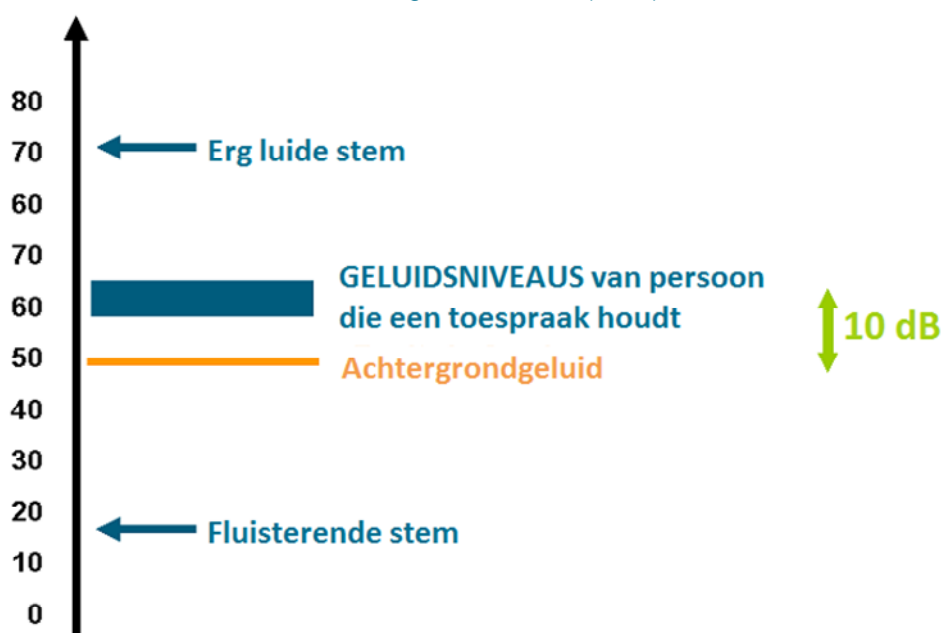
2.1. Geluidsomgeving

Men gaat er doorgaans van uit dat om een gesprek te kunnen voeren met een normaal stemgeluid op een afstand van een meter, het niveau van het omgevend geluid niet meer mag bedragen dan 60 dB(A). Wanneer het geluidsniveau 75 dB(A) bedraagt over diezelfde afstand, kan nog worden geconverseerd met luide stem. Bij 85 dB(A) is het nog mogelijk om te converseren door te roepen op een afstand van 25 cm van elkaar.

Het geluidsniveau van een conversatie in een vergadering bedraagt doorgaans 60 tot 65 dB(A). Om een toespraak duidelijk te verstaan (op elke plaats waar zich een toehoorder kan bevinden), moet het niveau van de toespraak van de spreker minstens 10 dB(A) meer bedragen dan dat van het achtergrondgeluid. In die omstandigheden moet het niveau van het achtergrondgeluid dus best beneden 50 dB(A) blijven.

Figuur 34.1 Geluidsniveaus en conversatie

Bron : Leefmilieu Brussel – Dienst Gegevens Geluid (2012)



Er worden doorgaans diverse geluidsindices gehanteerd om de geluidssituatie van een plaats te kenmerken. De fractiele indexen L_{A90} (niveau van de geluidsdruk overschreden gedurende 90 % van de tijd) en L_{A5} (niveau van de geluidsdruk overschreden gedurende 5% van de tijd) worden ook vaak gebruikt om respectievelijk het niveau van het achtergrondgeluid (omgevend geroezemoes) en het piekniveau (korte geluiden met een vrij hoog niveau) te bepalen. Het equivalent niveau L_{Aeq} bepaalt op zijn beurt de globale geluidsomgeving en de geluidshinder die daaruit voortvloeit. Al die geluidsindices worden uitgedrukt in dB(A)ⁱⁱⁱ.

Op basis van die beschouwingen kunnen we ervan uitgaan dat:

➤ in een leslokaal, tijdens de lessen:

- **het achtergrondgeluid (L_{A90}) niet meer zou mogen bedragen dan 50 dB(A)** zodat de leraar zich duidelijk verstaanbaar kan maken voor alle leerlingen zonder zijn stem overdreven te verheffen;
- **het globale omgevingsgeluid (L_{Aeq}) niet meer zou mogen bedragen dan 65 dB(A)** om buitenmatige geluidshinder te vermijden, de vermoeidheid te beperken en de aandacht van de leerlingen te behouden;

ⁱⁱⁱ dB(A) : waarde in decibel waarbij op het fysisch verschijnsel een frequentiefilter van het type A werd toegepast met de bedoeling het beter af te stemmen op de gevoeligheid van het menselijk oor.



- **het piekniveau (L_{A5}) niet meer zou mogen bedragen dan 70 dB(A)**, hetgeen betekent dat de stem van de leraar gedurende 5% van de tijd «gemaskeerd» kan zijn door korte accidentele geluiden van beperkte duur.
 - in de refters:
- **het globaal omgevingsgeluid (L_{Aeq}) tijdens de maaltijden niet meer zou mogen bedragen dan 75 dB(A)** zodat de leerlingen met elkaar kunnen praten zonder hun stem buitenmatig te verheffen.

2.2. Nagalmtijd (TR)

De akoestiek van een lokaal kan een aanzienlijke impact hebben op de verstaanbaarheid van een toespraak die daar wordt gehouden. Het «akoestisch comfort» hangt samen met de geluidssterkte van het desbetreffende lokaal, en wordt gekenmerkt door de «nagalmtijd». De nagalmtijd (TR) van een lokaal is de tijd, uitgedrukt in seconden, die nodig is om het geluidsniveau te doen dalen met 60 dB nadat de geluidsbron is gestopt. Een beperking van de nagalmtijd van een lokaal leidt meestal tot een lager niveau van het omgevingsgeluid in dat lokaal.

Volgens sommige geluidshandboeken zou de nagalmtijd van een lokaal in het beste geval moeten schommelen tussen 0,5 en 0,7 seconden. Er is een verband tussen deze waarde en het totale volume van het lokaal. Hoe groter het volume hoe dichter die waarde bij 0,7 seconde kan liggen. Er wordt evenwel aanbevolen dat de nagalmtijd niet lager zou liggen dan 0,4 seconden, hetgeen eveneens een bron van ongemak zou kunnen betekenen (te stille omgeving).

De Belgische norm NBN S01-400 :1977 die de criteria vastlegt van akoestische isolatie, onder andere in de schoolgebouwen, definieert thans geen voorschriften voor de nagalmtijd. Die norm wordt momenteel herzien. In de nieuwe versie van de norm NBN S01-400-2 « Akoestische eisen in de schoolgebouwen » (momenteel onderworpen aan een openbaar onderzoek door het Normalisatiebureau NBN) is voorzien dat rekening wordt gehouden met die parameter. Aangezien de nieuwe versie van de norm nog niet van toepassing is, hebben wij als referentie gebruik gemaakt van de waarden opgenomen in het Franse Besluit van 25 april 2003 betreffende de geluidsbeperking in de onderwijsinstellingen. Dat Franse besluit bepaalt niet alleen de niveaus van de akoestische isolatie van de muren van de lokalen, maar ook de nagalmtijd van de lokalen naargelang van hun bestemming en volume.

Op basis van die tekst is de nagalmtijd die kenmerkend is voor de geluidssterkte van het desbetreffende lokaal gelijk aan het gemiddelde in seconden van de nagalmtijden die bepaald zijn in de octaafintervallen gecentreerd op 500, 1000 en 2000 Hz. Als het volume van de leslokalen en refters kleiner is dan of gelijk is aan 250 m^3 , moet de nagalmtijd begrepen zijn tussen 0,4 en 0,8 seconden; bij volumes groter dan 250 m^3 moet de nagalmtijd tussen 0,6 en 1,2 seconden bedragen.

Tabel 34.2

Grenswaarden voor de nagalmtijd van toepassing op de leslokalen en refters		
Bron: Besluit van 25 april 2003 (Frankrijk) betreffende de geluidsbeperking in de onderwijsinstellingen		
Bestemming van het lokaal	Nagalmtijd in seconden	
	Minimum	Maximum
Lokaal voor onderricht, voor muziek, studie of praktische activiteiten eetzaal en polyvalente zaal met een volume $\leq 250 \text{ m}^3$	0,4	0,8
Eetzaal of polyvalente zaal met een volume $> 250 \text{ m}^3$	0,6	1,2

2.3. Akoestische isolatie

De norm NBN S01-400 : 1977 « Akoestiek – Criteria voor de akoestische isolatie » maakt het mogelijk om de akoestische isolatie in een gebouw objectief te beoordelen.

Die norm heeft tot doel:

- a) de klasseringscriteria te definiëren volgens categorieën:
 - -van de binnenmuren en –wanden, van de buitenwanden (gevels, daken) en van de vloeren in functie van de waarden van hun geluidverzwakkingsindex;



- -van de vloeren die twee lokalen scheiden in functie van de niveaus van de contactgeluiden die ze overbrengen;
 - -van de lokalen in eenzelfde gebouw of in twee afzonderlijke gebouwen in functie van de genormaliseerde bruto geluidsisolatie;
- b) de aanbevolen categorieën zo te bepalen dat het gerealiseerde akoestisch comfort voldoening biedt aan zoveel mogelijk personen.
- c) de minimale categorieën te bepalen om de personen te beschermen tegen een situatie van akoestisch ongemak die doorgaans nadelig is voor hun geestelijk en lichamelijk evenwicht.

Deze norm werd vervangen door de norm NBN S 01-400-1 betreffende de akoestische criteria voor de woongebouwen. Zoals vermeld in punt 2.2, wordt het tweede luik van die nieuwe norm (NBN S 01-400-2) betreffende de schoolgebouwen momenteel onderworpen aan een openbaar onderzoek door het Normalisatiebureau NBN. Voor de meetcampagnes in de scholen werd dus wel degelijk de versie van 1977 gebruikt.

3. Meetcampagnes

In 1998 werd een eerste pilotstudie uitgevoerd in twee scholen. In elke school werden metingen gedaan van de nagalmtijd en van het omgevingsgeluid in een klaslokaal en in een refter.

In het kader van het geluidsplan 2008-2013 van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en aansluitend op de ontmoetingsdagen « Jongeren en geluid – We zullen elkaar verstaan^{iv} » van 25 en 26 november 2008, werd een pilotstudie gelanceerd door Leefmilieu Brussel om 6 scholen te begeleiden bij hun project om oplossingen te zoeken voor het verbeteren van de akoestiek in sommige lokalen. Er werden metingen uitgevoerd door de dienst Geluidsgegevens van Leefmilieu Brussel en het studie bureau CEDIA^v. Deze laatste schoof concrete gebudgetteerde saneringsvoorstellen naar voren. Die voorstellen hebben betrekking op de aan te wenden types van materialen en op de hoeveelheid van die materialen en op de toe te passen technieken om de vastgestelde problemen op te lossen. Bij de keuze van de materialen werd eveneens rekening gehouden met de functie van het bestudeerde lokaal (sportzaal, refter, ...). Naargelang het geval waren de voorgestelde materialen bestand tegen schokken of gemakkelijk afwasbaar.

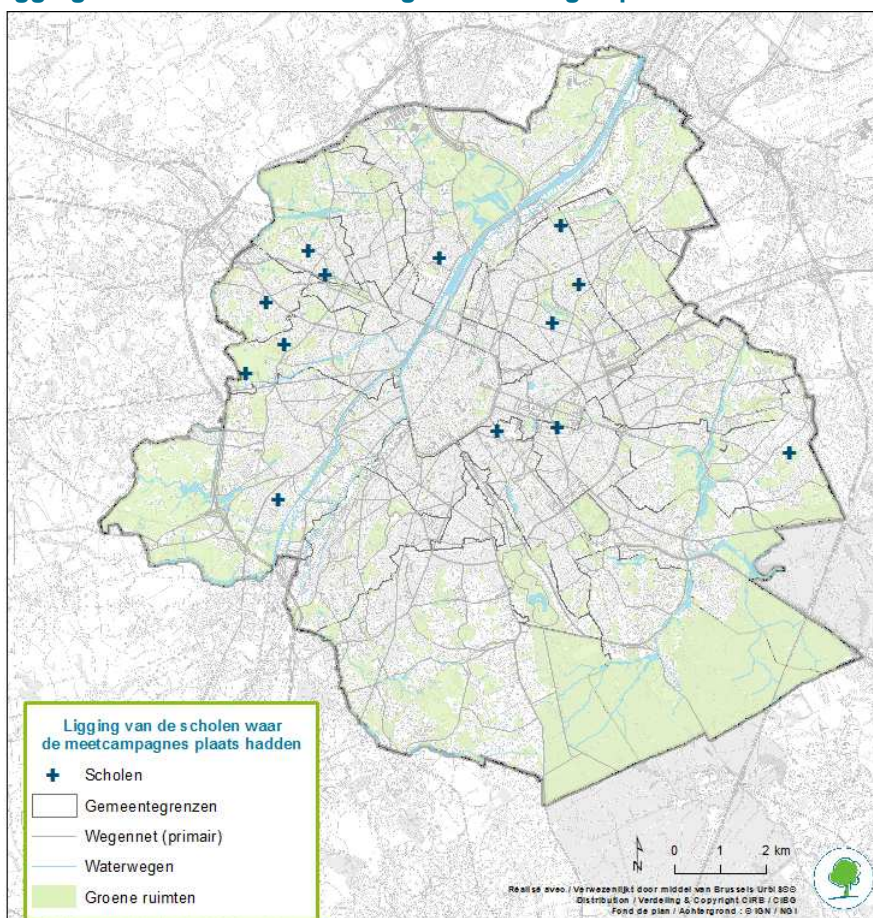
In 2011 werden in 5 andere scholen die hadden deelgenomen aan het project inzake geluidssensibilisering, metingen uitgevoerd (omgevingsgeluid, nagalmtijd en, in bepaalde gevallen, isolatie) door Leefmilieu Brussel (zie kaart).

^{iv} Tijdens die twee ontmoetingsdagen die op 25 en 26 november 2008 georganiseerd werden door Leefmilieu Brussel en de vzw Empreintes, zijn alle actoren samengekomen die met de problematiek van geluidshinder te maken hebben: het onderwijs, de gezondheidswerkers, bouwspecialisten, politieke instanties, administraties en verenigingen. (<http://www.onvasentendre.be/>)

^v CEDIA : Cellule d'Etude et de Développement en Ingénierie Acoustique (<http://www.cedia.ulg.ac.be>)



Kaart 34.3 : Ligging van de scholen waar de geluidsmetingen plaatsvonden





De tabellen 34.4 en 34.5 geven een globaal overzicht van de verschillende meetcampagnes die tot vandaag werden uitgevoerd, en van de resultaten daarvan.

Bij het bestuderen van de metingen van het omgevingsgeluid werden verschillende « geluidsomgevingen » geïdentificeerd. Die geluidsomgevingen kunnen gekenmerkt worden door plateaus of evoluties die typisch zijn voor de geluidsniveaus die samengaan met activiteiten (of niet-activiteiten) in het bestudeerde lokaal. Zo denken wij bijvoorbeeld aan het betreden en het verlaten van het klaslokaal, de lesperioden, de verschillende maaltijddiensten of het toezicht in de refters. De resultaten in de tabel komen overeen met de waarden gemeten tijdens de lessen, in het geval van de klaslokalen, en met de meest lawaaierige maaltijddienst, in het geval van de refters.

Isolatiemetingen werden pas uitgevoerd in geval van probleemmelding door de school.

De aanduiding in het rood wijst erop dat de resultaten hoger liggen dan de referentiewaarden vermeld in punt 2.

Tabel 34.4

Resultaten van de metingen in de klaslokalen									
Bron : Leefmilieu Brussel - Dienst Gegevens geluid (2012)									
Referenties ter aanduiding van de klassen				0,4 < Tr < 0,8 (V < 250 m ³)	L _{Aeq} < 65 dB(A)	L _{A90} < 50 dB(A)	L _{A5} < 70 dB(A)	Isolatie: spectrum zoals in norm	
				0,6 < Tr < 1,2 (V > 250 m ³)					
Postcode	Jaar vd metingen	Betrokken lokaal	Tr (s)	Omgevingsgeluid (dB(A))			Isolatie:		
				LAeq	LA90	LA5	Luchtgeluid	Contactgeluid	
1030	1998	Klas 1 (V< 250 m ³)	1,1	63,6	49	69,5	-	-	
1020	1998	Klas 1 (V< 250 m ³)	3,1	63	48,5	69	-	-	
1150	2009	Klas 1 (V > 250 m ³)	0,9	64,4	46,8	69,2	Norm niet nageleefd	-	
		Klas 2 en 3 (V < 250m ³)	0,6 - 0,7						
1083	2011	Klas 1 (V < 250 m ³)	0,6	65,0	40,0	66,6	-	Norm nageleefd	
1030	2011	Klas 1 (V < 250 m ³)	0,4	60,1	44,2	65,7	Norm niet nageleefd	-	

V = volume
Tr = nagalmtijd

De niveaus van het omgevingsgeluid die in de klaslokalen werden opgetekend, zijn lager dan of gelijk aan de waarden die als referentie werden gebruikt.

De nagalmtijden die werden gemeten in twee van de vijf bestudeerde klaslokalen liggen duidelijk hoger dan de aanbevolen maximale waarden. Voor de drie andere klaslokalen ligt de nagalmtijd binnen het aanbevolen interval.

Voor de isolatie tegen het via de lucht overgedragen geluid blijkt geen enkele meetwaarde (metingen uitgevoerd in twee scholen) te voldoen aan de minimale categorieën aanbevolen door de norm (NBN S01-400). Voor de isolatie tegen het contactgeluid worden de vereisten van de norm wel nageleefd.



Tabel 34.5

Resultaten van de metingen in de refters en andere lokalen (met uitzondering van de klaslokalen)						
Bron : Leefmilieu Brussel - Dienst Gegevens geluid (2012)						
Referenties gebruikt voor refters en andere (sportzaal, polyvalente zaal, gesloten afdak, ...)			0,4 < Tr < 0,8 (V < 250 m³)	LAeq< 75 dB(A)	Isolatie: spectrum zoals in norm	
			0,6 < Tr < 1,2 (V > 250 m³)			
Postcode	Jaar vd metingen	Betrokken lokaal	Tr (s)	Omgevingsgeluid (dB(A)) LAeq	Isolatie	
					Luchtgeluid	Contactgeluid
1030	1998	Refter (V > 250 m³)	2,2	80,6	-	-
1020	1998	Refter : deel 2 (V > 250 m³)	3,3		-	-
1020	1998	Refter : deel 1 (V > 250 m³)	2,6	81,1	-	-
1083	2009	Gesloten afdak (V > 250 m³) (gebruikt als turnzaal)	4,1	88,2	-	-
1050	2009	Gesloten afdak (V > 250 m³) (gebruikt als refter)	2,8	79,1	-	-
1082	2009	Refter (V > 250 m³)	2,5	86,2	-	-
1180	2009	Refter (V > 250 m³) (ook gebruikt als studie-zaal)	2,2	77,5	Norm niet nageleefd	Norm niet nageleefd
1030	2009	Polyvalente zaal (V > 250 m³)	4,3	79,1	-	-
1040	2011	GeslotenAfdak (V > 250 m³)	1,3	89,4	-	-
1080	2011	Refter (V > 250 m³)	1,3	81,7	-	-
1083	2011	Refter (V > 250 m³)	1,0	80,6	-	-
1030	2011	Refter (V > 250 m³)	0,6	71,5	-	-
1080	2011	Refter (V > 250 m³)	1,8	81,3	-	-
1040	2011	Polyvalente zaal (V < 250 m³) (refter, sportzaal)	1,0	79,7	-	-

V = volume
Tr = nagalmtijd

We stellen vast dat in nagenoeg alle bestudeerde lokalen de nagalmtijd hoger ligt dan de aanbevolen waarden, wat neerkomt op lokalen met een lage akoestische kwaliteit waar de nagalm groot is. Ook de niveaus van het omgevingsgeluid liggen heel hoog.

Tijdens de metingen werden ook lawaaierige uitrustingen (automaten, ventilatiesysteem, verwarmingssysteem) gedetecteerd. In sommige gevallen dragen die aanzienlijk bij aan de hoge geluidsniveaus.

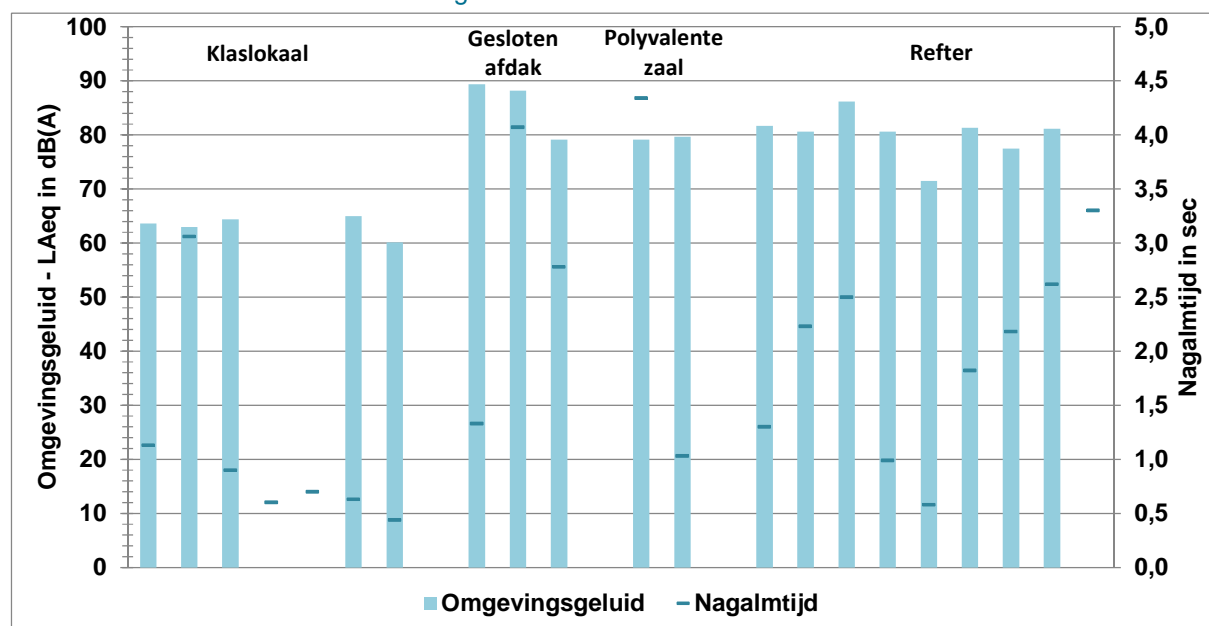
Uit de isolatiemetingen m.b.t. het luchtgeluid en het contactgeluid blijkt dat de eisen van de norm (NBN S01-400) niet worden nageleefd.

De volgende grafiek geeft een samenvatting van de nagalmtijd en het niveau van het omgevingsgeluid (LA_{eq}) voor alle bestudeerde lokalen.



Figuur 34.6 Synthese - Omgevingsgeluid (LA_{eq}) en nagalmtijd in de verschillende lokalen

Bron : Leefmilieu Brussel – Dienst Gegevens Geluid



4. « Voor en Na » studies

Tot op vandaag hebben twee scholen uit de studie van 2009 werken uitgevoerd om de geluidskwaliteit en het akoestisch comfort van sommige lokalen te verbeteren, het betreft een school in Sint-Agatha-Berchem (postcode 1082, zesde rij van tabel 34.5) en één in Ganshoren (postcode 1083, vierde rij van tabel 34.5). Zij volgden de voorstellen van het studie bureau en de resultaten zijn die welke door de simulaties werden vooropgesteld.

4.1. Geval van een school in Sint-Agatha-Berchem

De werken die werden uitgevoerd in de refter op basis van de oplossingen die werden voorgesteld door het studie bureau hebben voornamelijk betrekking op de plaatsing van absorberende plafonds.



Figuur 34.7 School in St-Agatha-Berchem: plafond van de refter voor en na de werken

Bron : Leefmilieu Brussel – Dienst Gegevens Geluid (2010)



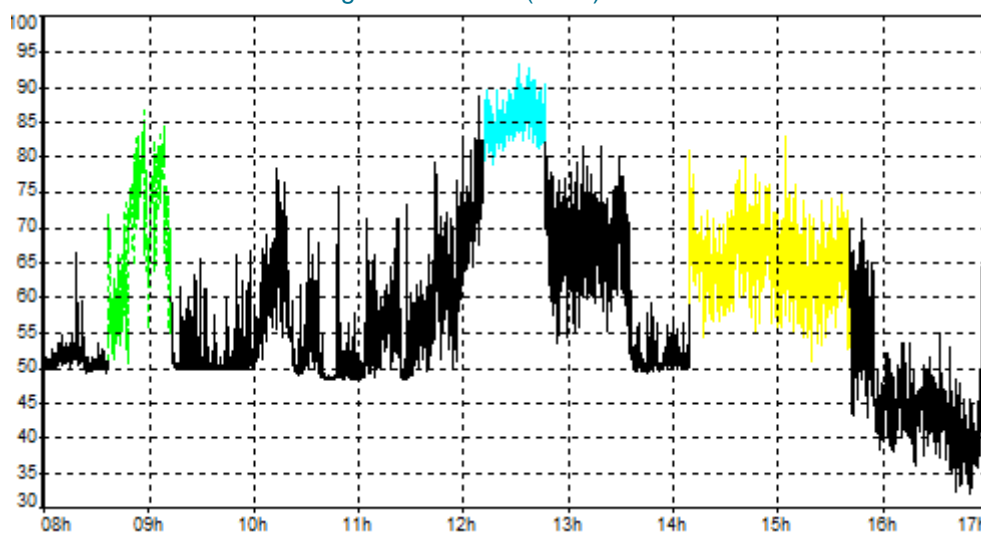
Op vraag van de gemeente Sint-Agatha-Berchem heeft Leefmilieu Brussel een tweede reeks metingen uitgevoerd om op een objectieve wijze de impact te bepalen van de reeds uitgevoerde werken. De vergelijking heeft betrekking op de niveaus van het omgevingsgeluid (zonder rekening te houden met het aantal leerlingen dat aanwezig was tijdens de metingen) en op de nagalmtijden die voor en na de werken gemeten werden door Leefmilieu Brussel.

De resultaten van de metingen van het omgevingsgeluid staan in de tabel hieronder. Uit de analyse van de metingen kwamen verschillende «geluidsomgevingen» naar voren die verband houden met de activiteiten in het desbetreffende lokaal. Tot die activiteiten behoren de verschillende shifts van de middagmaaltijden, het toezicht 's morgens, 's avonds of op woensdagnamiddag, ...

De figuur hieronder geeft bij wijze van voorbeeld de tijdsevolutie van het geluid dat werd opgemeten in de refter op woensdag 25 maart 2009. Het morgentoezicht is weergegeven in het groen, de (op woensdag) enige shift van het middagmaal in het blauw en het namiddagtoezicht in het geel.

Figuur 34.8 School in St-Agatha-Berchem: geluidsprofiel gemeten op woensdag 25 maart 2009

Bron : Leefmilieu Brussel – Dienst Gegevens Geluid (2010)





De verschillende periodes die betrekking hebben op eenzelfde activiteit werden telkens gecumuleerd. Voor die gecumuleerde periode werden de geluidsindices LAeq, LA5 en LA90 berekend.

Tabel 34.9 Vergelijking van de niveaus van het omgevingsgeluid voor en na de werken

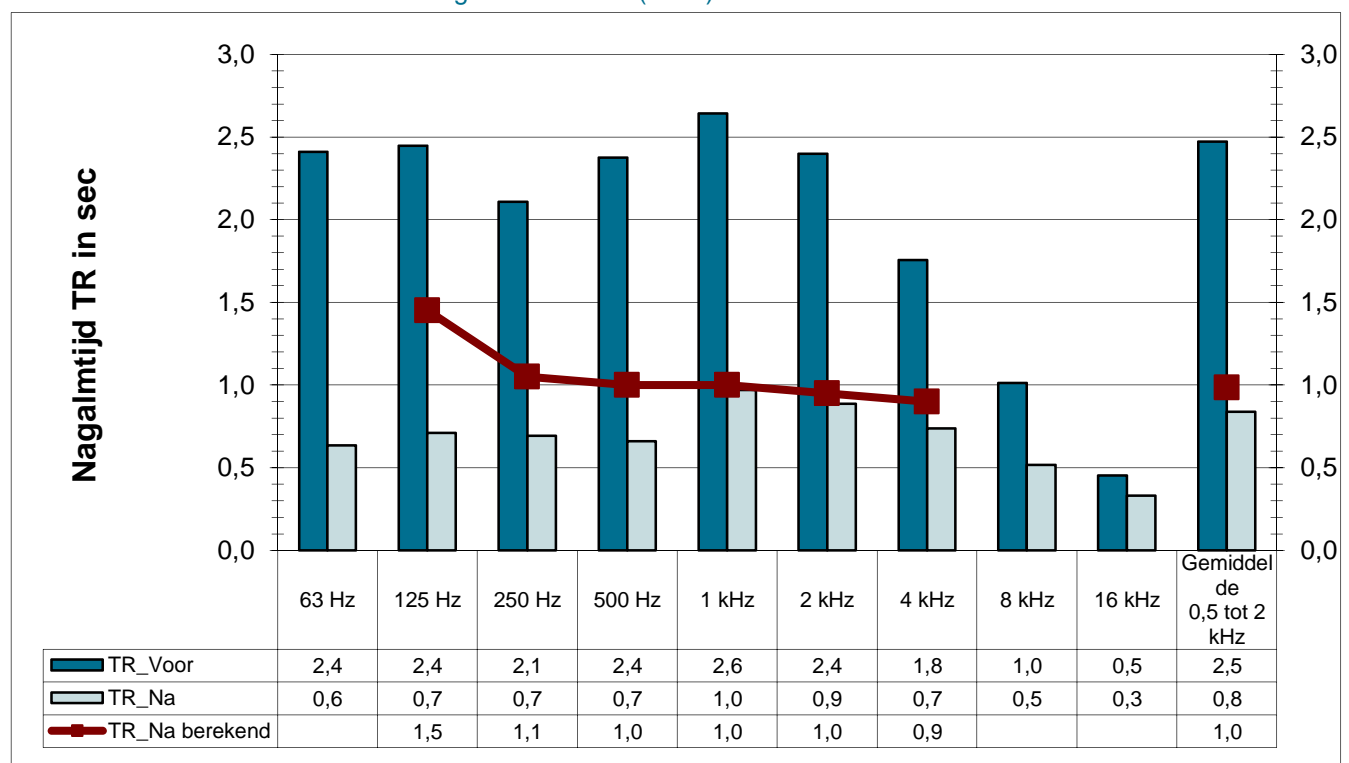
Verbeteringen van het omgevingsgeluidniveau als gevolg van de uitgevoerde werken in de refter van een school in St-Agatha-Berchem									
Bron : Leefmilieu Brussel - Dienst Gegevens geluid (12/2010)									
	Voor de werken			Na de werken			Verschillen		
Begin	23/03/2009 11:18			13/12/2010 11:00					
Einde	31/03/2009 8:31			20/12/2010 11:49					
Bron	Leq dB(A)	L90 dB(A)	L5 dB(A)	Leq dB(A)	L90 dB(A)	L5 dB(A)	Leq dB(A)	L90 dB(A)	L5 dB(A)
Toezicht 's morgens	72,2	57,4	78,5	60,4	50,7	66,3	11,8	6,7	12,2
Middag 1ste dienst	86,2	82,2	89,6	80,4	72,3	84,8	5,8	9,9	4,8
Middag 2de dienst	82,2	75,1	86,7	79,4	71,8	84,1	2,8	3,3	2,6
Toezicht woensdag PM	67,3	57,7	72,4	58,6	49,7	63,5	8,7	8	8,9

We stellen een duidelijke verbetering vast van het niveau van het omgevingsgeluid: tussen 2,8 en 11,8 dB(A) voor het equivalente niveau, tussen 3,3 en 9,9 dB(A) voor het niveau van het achtergrondgeluid (LA90) en tussen 2,6 en 12,2 dB(A) voor het piekniveau (LA5). De niveaus blijven evenwel hoog en liggen hoger dan de referentiewaarden (LAeq < 75 dB(A)) tijdens de maaltijdperiodes. Voor een verdere vermindering van die niveaus zouden eventueel bijkomende acties kunnen worden ondernomen op het vlak van de bezettingsdichtheid (een maaltijddienst toevoegen) en van het meubilair (rubberen buffers onder de stoelen, schikking van de tafels, tafellakens die de schok van het vaatwerk dempen) of door de leerlingen en het personeel te sensibiliseren.

Figuur 34.10 toont de nagalmtijd gemeten per octaafband: meetwaarden vóór de werken (TR_Voor), meetwaarden na de werken (TR_Na) en meetwaarden zoals berekend door het studie bureau voor de situatie na de toepassing van de gekozen oplossing (TR_Na berekend).

Figuur 34.10 School in St-Agatha-Berchem: nagalmtijden gemeten voor en na de werken

Bron : Leefmilieu Brussel – Dienst Gegevens Geluid (2010)





We stellen een duidelijke verbetering vast van de nagalmtijd, deze is na de uitvoering van de werken lager dan 1 s voor alle octaafbanden. Het rekenkundige gemiddelde van de nagalmtijden met de frequenties 500 Hz, 1kHz en 2kHz (« Gemiddelde » in de grafiek) die het geluid van het bestudeerde lokaal kenmerken, is gelijk aan 0,8 wat binnen het referentie-interval valt (0,6 s – 1,2 s) (volgens het Frans Besluit van 25 april 2003, betreffende de geluidbeperking in de onderwijsinstellingen). Bovendien stellen we vast dat de resultaten die gemeten werden na de werken, nog beter zijn dan de resultaten die voorop gesteld werden door het studiebureau. De frequentieverdeling na de werken blijkt ook meer lineair te zijn dan de oorspronkelijke waarden; hierdoor kan het gesproken woord beter worden verstaan.

Globaal genomen heeft de plaatsing van het absorberend plafond een heel gunstig effect gehad, zowel op de akoestische kwaliteiten van het lokaal als op het vlak van het daar heersende omgevingsgeluid.

Er wordt ook overwogen om overgordijnen te plaatsen. Die zullen ongetwijfeld nog bijdragen aan de verbetering van de akoestiek van het lokaal.

4.2. Geval van een school in Ganshoren

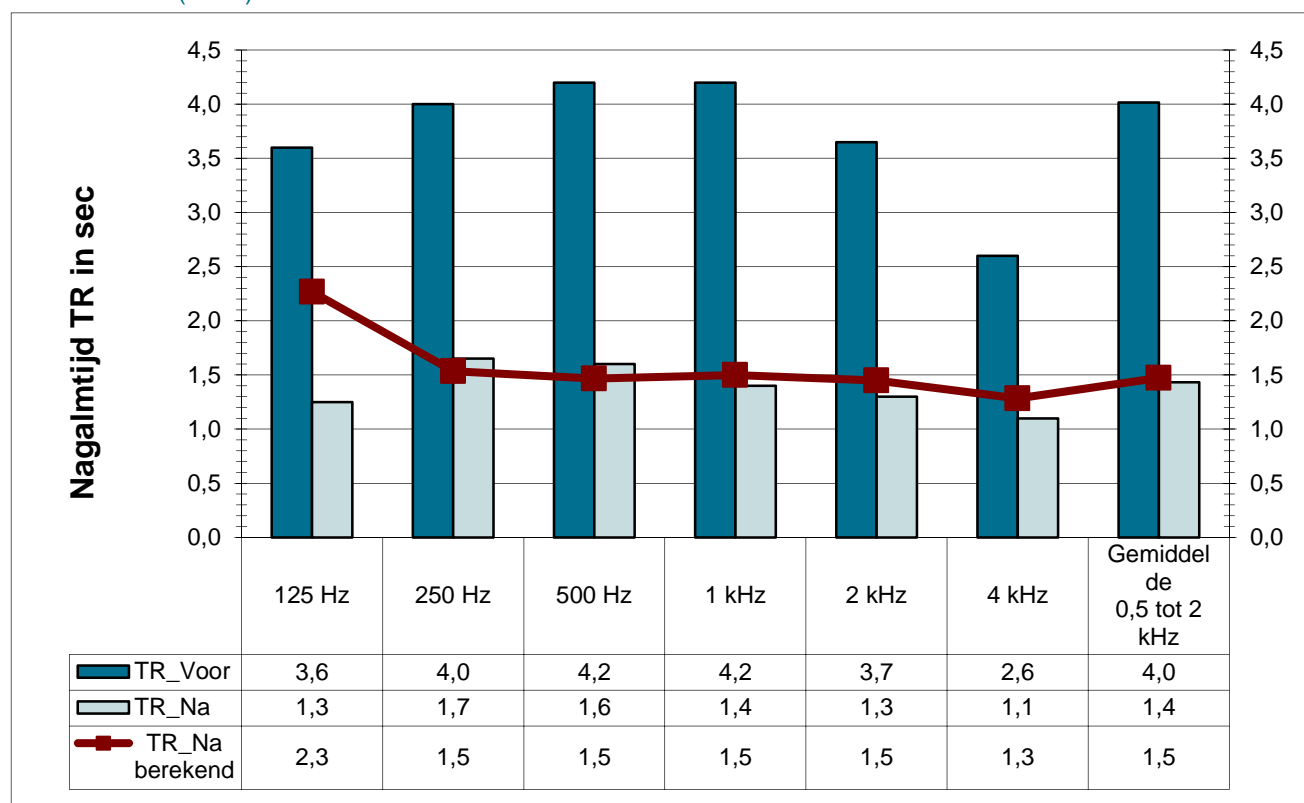
In deze school werd de meetcampagne na de werken uitgevoerd door het studiebureau CEDIA, dit was voorzien in het bestek van de uit te voeren werken en behelsde enkel het meten van de nagalmtijd.

De werken die uitgevoerd werden in de sportzaal op basis van de door het studiebureau voorgestelde oplossingen, bestonden voornamelijk uit de plaatsing van akoestisch absorberende materialen op het plafond en op een deel van de muren.

Figuur 34.11 toont de nagalmtijd per octaafband gemeten voor de werken (TR_Voor), na de werken (TR_Na) en zoals berekend door het studiebureau (TR_Na berekend).

**Figuur 34.11 School in Ganshoren: nagalmtijden gemeten voor en na de werken**

Bron : CEDIA (2010)



We stellen een duidelijke vermindering van de nagalmtijd vast voor alle frequentiebanden. De gemiddelde nagalmtijd van de drie octaafbanden van 500Hz, 1000 Hz en 2000 Hz bedraagt 1,4 s (tegen 4,0 voor de werken!). Die waarde is conform de voorgeschreven maximumwaarde (1,5 s voor de sportzalen). Bovendien stellen we vast dat de resultaten gemeten na de werken beter zijn dan de door het studie bureau berekende waarden of die dicht benaderen. De frequentieverdeling van de nagalmtijd na de werken is vrij lineair, wat een onontbeerlijke eigenschap is om het gesproken woord te kunnen verstaan.

5. Conclusies

Lawaai in de scholen is bijzonder hinderlijk, zowel voor de leerlingen (leermoeilijkheden, gedragsstoornissen, ...) als voor de leerkrachten en het schoolpersoneel (met luide stem moeten praten is vermoeiend, ...).

De studies die uitgevoerd werden door Leefmilieu Brussel, hebben gewezen op bijzonder hoge niveaus van het omgevingsgeluid (>80 dB(A)) in de refters en op de gesloten speelplaatsen van meer dan één Brusselse school. De akoestiek in die lokalen is doorgaans van slechte kwaliteit. De daar gemeten nagalmtijden liggen dan ook veel hoger dan de aanbevolen waarden. Na de akoestische audits in 2009 werden aan sommige scholen gebudgetteerde saneringsvoorstellen gedaan.

De werken om die problemen aan te pakken, werden uitgevoerd in twee van die scholen. De metingen na de werken in kwestie tonen een duidelijke verbetering van de nagalmtijd, die na de werken overeenstemde met de gehanteerde referenties. In één van de twee scholen werd eveneens het omgevingsgeluid gemeten en ook dat toonde een duidelijke verbetering na de werken. Ondanks die verbetering blijven de niveaus van het omgevingsgeluid hoog. Er moeten dus ook ingrepen gebeuren op andere vlakken dan de akoestiek van de zaal (de bezettingsdichtheid, de sensibilisering van de leerlingen en het personeel, het meubilair,...).

Tijdens de studies is gebleken dat lawaaiërigere uitrustingen eveneens bijdragen tot het verhogen van de geluidsniveaus. Het is bijgevolg belangrijk om de voorkeur te geven aan minder lawaaiërigere technische uitrustingen.



Wanneer leerkrachten en/of leerlingen geluidshinder ondervonden van de aanpalende lokalen, bleek uit de metingen dat in het merendeel van die gevallen het akoestische isolatieniveau niet voldeed aan de minimumcriteria aanbevolen door de nu nog geldende norm NBN-S01-400 :1977.

Zoals aangetoond door de twee « voor en na » vergelijkende studies kunnen duidelijke verbeteringen worden bekomen door de toepassing van een aantal oplossingen, op voorwaarde dat eerst een studie wordt uitgevoerd door experts ter zake, en dat de werken zorgvuldig worden uitgevoerd door ervaren specialisten. In dat verband opzicht moet erop gewezen worden dat de goede plaatsing van de materialen fundamenteel is voor een succesvolle akoestische sanering. Het kleinste "lek" kan namelijk fataal zijn voor het uiteindelijke resultaat.

Bij renovatieprojecten in onderwijsinstellingen of bij de nieuwbouw van scholen moet een bijzondere aandacht uitgaan naar de akoestiek van de lokalen. De prestaties van het akoestisch comfort en de akoestische isolatie op niveau van het binnengeluid en het buitengeluid moeten een onderdeel vormen van het bestek.

Er wordt ook aanbevolen om nieuwe scholen in te planten op een voldoende afstand van belangrijke geluidsbronnen zoals luchthavens, drukke verkeerswegen of zware industrieterreinen. De keuze van de locatie heeft niet alleen een impact op de globale geluidsomgeving, maar ook op de mogelijkheden van een natuurlijke ventilatie door het openen van ramen zonder dat de kinderen en het schoolpersoneel aan buitensporig lawaai worden blootgesteld.

Bronnen

1. WHO, 1999. « Guidelines for community noise », Geneva, 159 pp (voir <http://www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines2.html>)
2. OMS, 2001. « Le bruit à l'école » (n°38 dans la collection de brochures Collectivités locales, environnement et santé), 24 pp.
3. MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT FRANÇAIS, octobre 1993 « Confort acoustique dans les locaux de restauration scolaire - approche technique à l'usage des collectivités territoriales »
4. JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE FRANCAISE, 28 mai 2003. « Arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les établissements d'enseignement ». (voir <http://admi.net/jo/20030528/DEVP0320066A.html>)
5. INSTITUT BELGE DE NORMALISATION, 1977. « Critères de l'isolation acoustique, NBN S01-400, deuxième édition », février 1977
6. BRUXELLES ENVIRONNEMENT, 2010. « Evaluation des impacts acoustiques liés à la réalisation des travaux d'aménagement du réfectoire d'une école à Berchem-Sainte-Agathe », 11 pp., intern rapport
7. EMPREINTES ASBL, 2009. « Rencontre Jeunes et Bruit, Rapport Final Phase 2 des rencontres Jeunes et Bruit », 98 pp (voir http://documentation.bruxellesenvironnement.be/documents/Rapport_RencontresJeuneEtBruit_2009_FR.PDF)
8. BRUSSELSE HOOFDSTEDELIJKE REGERING, 2 april 2009. « Preventie en bestrijding van geluidshinder en trillingen in een stedelijke omgeving in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest - Plan 2008-2013 », 48 pp. http://documentatie.leefmilieubrussel.be/documents/Plan_Geluid_2008_2013_NL.PDF
9. CELLULE D'ETUDE ET DE DEVELOPPEMENT EN INGENIERIE ACOUSTIQUE (CEDIA), 2010. Rapport de mesure après travaux, 4 pp

Andere fiches in verband hiermee

Thema « Het geluid in Brussel - Basisgegevens voor het plan »

- 2. Akoestische begrippen en hinderindices
- 3. Impact van lawaai op overlast, leefkwaliteit en gezondheid
- 33. Blootstelling aan lawaai in kinderdagverblijven van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest



- 37. De in het Brussels Gewest gebruikte geluids- en trillingswaarden - (VERSIE 2010)

Auteurs van de fiche

LECOINTRE Catherine

Nagelezen door : DELLISSE Georges, SAELMACKERS Fabienne, DEBROCK Katrien